

# **ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ ВОЛНОВОЙ ГИРОСКОП КАК ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

**Сапегин А. Н., Суровцев А.А., Пономаренко А. В.**  
***Национальный технический университет Украины «Киевский  
политехнический институт им. И. Сикорского»,  
03056, Киев, пр-т Победы, д. 37***

Инерциальные навигационные системы прошли долгий путь развития. Применение грубых поплавковых гироскопов в системах платформенного типа не позволяли обеспечивать необходимую точность и надежность. Уйдя от использования гиростабилизированных платформ поставило остро вопрос повышения точности датчиков угловой скорости бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС).

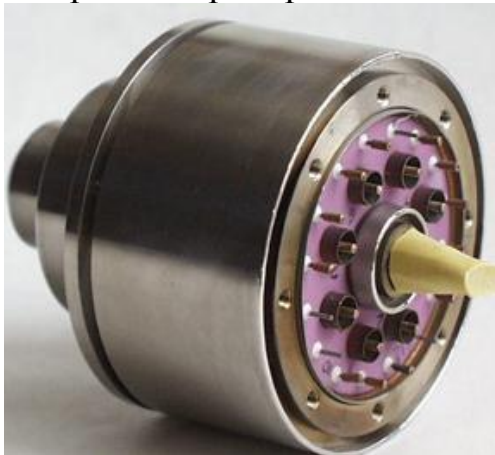
Современные БИНС, как правило, создаются с использованием кольцевых лазерных и волоконно-оптических гироскопов. Основанные на использовании эффекта Саньяка, они позволяют отказаться от подвижных механических частей, что позволяет увеличить точность и надежность системы. Вместе с тем дорогостоящая технология и габаритные размеры систем не позволяют в полной мере использовать инерциальные навигационные системы в гражданском и частном применении.

В качестве датчиков угловой скорости прецизионных БИНС помимо лазерных и волоконно-оптических можно применять и другие гироскопические приборы. Существуют системы, построенные на динамически настроенных гироскопах. Они обладают значительно меньшими массой, габаритами, а главное ценой и могут применяться на широком спектре подвижных объектов. Вместе с тем динамически настроенные гироскопы восприимчивы к вибрации основания что делает их использование в БИНС не таким однозначным. Кроме того, по точности они на несколько порядков уступают лазерным гироскопам. Альтернативой могли бы послужить гироскопы с электростатическим подвесом. Лишенные воздействия силы трения и работающие на выбеге, они обладают великолепными точностными и массогабаритными характеристиками, но сложны в производстве и дороги.

Перспективными датчиками угловой скорости могут стать твердотельные волновые гироскопы (ТВГ), показанный на рис.1 а). Твердотельный волновой гироскоп БИНС гражданского назначения в качестве интегрирующего гироскопа.

Конструкция ТВГ представлена на рис.1 б). Чувствительным элементом гироскопического прибора является резонатор – тонкая полусферическая оболочка, закрепленная на цилиндрическом стержне. Резонатор изготавливается из материалов, обладающих высокой изотропией и добротностью (кварцевого стекла, синтетического сапфира).

Главным достоинством волнового твердотельного гироскопа является простота конструкции и точность измерений. Достижение высокой точности требует, кроме использования материалов со стабильными характеристиками, высокоточной и корректной математической модели зависимости угла волны от поворота резонатора; использования надежных систем генерации, поддержания колебаний резонатора, считывания информации; постоянный контроль и коррекция метрологических характеристик прибора.



а)



б)

Рисунок 1– Твердотельный волновой гироскоп

К недостаткам известных конструкций гироскопов можно отнести следующее: – металлизация внешней и внутренней поверхностей значительно снижает добротность резонатора; – датчики на нижнем или верхнем основании находятся в области середины полусферической поверхности резонатора, где амплитуда колебаний резонатора значительно меньше, чем амплитуда колебаний кромки резонатора, что приводит к снижению точности измерений; – постоянное напряжение на поверхности резонатора приводит к появлению токов утечки между электродами и, как следствие, возникновению дополнительных составляющих ухода гироскопа; – малая величина рабочих зазоров между поверхностями верхнего основания, резонатора и нижнего основания требует высокой точности изготовления деталей и поддержания высокого вакуума в приборе.

В целом ТВГ является достаточно точным, простым и дешевым датчиком угловой скорости для навигационных систем.

### Список литературы

1. Переваги використання динамічно налаштованих гіроскопів у безплатформових інерціальних навігаційних системах / О.М. Сапегін, М.О. Романов // Актуальні задачі сучасних технологій: Збірник тез доповідей Том 1. IV Міжнародної науково–технічної конференції молодих учених та студентів, 25-26 листопада 2015р., м. Тернопіль. – 2015. – с. 32–33.